



TITLE:

# 選択的注意における知覚的負荷の影響 : 知覚的負荷とは?

AUTHOR(S):

室井, みや

---

CITATION:

室井, みや. 選択的注意における知覚的負荷の影響 : 知覚的負荷とは?. 京都大学大学院教育学研究科紀要 2000, 46: 183-195

ISSUE DATE:

2000-03-31

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/57370>

RIGHT:

# 選択的注意における知覚的負荷の影響

— 知覚的負荷とは？ —

室 井 み や

Effect of the Perceptual Load in the Selective Attention

- What is the Perceptual Load ? -

MUROI Miya

## 1 はじめに

我々は身の周りにあふれた様々な情報を、すべて同時に把握することはできないが、必要な情報の1つに注意を向け、それを認識することは可能である。つまり、我々は視覚、聴覚などの感覚器官を通して入ってくる莫大な情報を、全て一度に認識する事はできなくても、普段はそれら全てには注意を払わず生活し、必要な時に必要な情報だけを選択的、効果的に処理していくことができるのである。

このように注意を向けることにより、必要な情報を選択的、効果的に処理していく過程は選択的注意といわれている。選択的注意のメカニズムに関しては、心理学の重要な研究領域の1つであるだけでなく、現在では神経科学 (e.g., Luck, 1998) や医学 (e.g., Driver, 1998) などの分野でも盛んに研究されている。心理学では選択的注意のメカニズムが情報処理のどの段階で起こっているのかについて多くの研究が行われてきた。注意による情報の選択は情報処理の初期段階で起こっていると説明する初期選択説が最初に提唱されたが、その後、初期選択説では説明できない実験結果により、情報の選択は刺激の同定後に起こっていると説明する後期選択説が提唱された。それ以降、注意による選択が情報処理のどの段階で起こっているのかについての研究が続いているが、現在でもこれらの議論について明確な結論は出ていない。

その後、Lavie & Tsal (1994) は初期選択説、後期選択説をそれぞれ支持する研究で使用された課題の違い、特に課題の「知覚的負荷」の違いが、2つの選択的処理のメカニズムの対立の原因であり、初期選択、後期選択のどちらのメカニズムにより課題が遂行されるかは、課題の「知覚的負荷」によって決定されるとの考えを示した。課題の「知覚的負荷」とは、刺激を知覚するために必要な処理資源であると考えられ、人が知覚処理のために使用できる資源の容量には限界があることから、初期選択、後期選択といった選択的注意のメカニズムを説明しようとしている。この考え方によれば、課題遂行に関連した刺激の知覚的負荷が少なければ、初期選択が起こらないので、後期選択によって必要な情報の選択を行って課題を遂行しなければ

ならないが、反対に、関連刺激の知覚的負荷が多ければ、初期選択により初期の段階で必要な情報の選択が行われるので、後期選択によって情報の選択をしなくてもよいと考えられる。いくつかの実験によって、この考え方が支持されている (Kahaneman & Chajczyk, 1983; Miller, 1991; Lavie, 1995; Lavie & Cox, 1997) が、それらの実験を詳細に検討してみると、Lavie & Tsal (1994) による知覚的負荷の定義がこれらの結果を説明するには十分で無いようである。本稿では「知覚的負荷」という概念によって、初期選択、後期選択のメカニズムを説明しようとする Lavie & Tsal (1994) の考え方、およびこれを支持する研究を紹介し、それぞれの実験で用いられている知覚的負荷の概念について検討する。また、知覚処理に必要な資源およびその容量とは、それぞれの感覚モダリティ<sup>1</sup>に特有なものなのか、あるいは、感覚モダリティによらない知覚処理システム全体で共通のものなのかということについても考える。

## 2 初期選択説と後期選択説

選択的注意のメカニズムによって、情報処理のどの段階で情報が選択されているのかという問題に関して、最初にモデルを提唱したのは Broadbent (1958) である。彼は、両耳分離聴というパラダイムを用いた実験から、注意が情報処理の初期段階、つまり知覚段階で作用するという初期選択説 (early selection theory) を提唱した。両耳分離聴の実験では、被験者はヘッドホンを通してそれぞれの耳に異なるメッセージを流され、一方の耳から流れるメッセージだけを追唱するように求められる。その後、追唱していた側と反対側の耳から流れていたメッセージの内容を思い出すように求められても、ほとんど繰り返すことができなかった。しかし途中で声が消えたり、男性の声から女性の声へ変化した場合などは、注意を向けていない側のメッセージでもたいていその変化に気づいた。Broadbentによれば、全てのメッセージ、全てのチャンネルは注意を向けるかどうかにかかわらず、物理的 (非意味的) なレベルまでは分析される。

その後、注意を向けたメッセージだけがさらに上の段階まで処理され、刺激の同定が行われる。しかし、注意を向けていないメッセージは初期段階までしか処理が行われず、刺激の同定は行われない。つまり、この考え方では、注意による情報処理の選択は単語の同定前 (初期段階) で起こっているとされている。その後、同じく両耳分離聴を用いた実験によって、注意を向けていない側の耳から流れるメッセージについても、刺激同定が行われているという実験結果が示された (Treisman, 1960)。また、ストループ課題<sup>2</sup> (Stroop, 1935) あるいはフランカー課題<sup>3</sup> (Eriksen & Eriksen, 1974) と呼ばれる課題によって、刺激を視覚呈示する実験でも、聴覚刺激による実験と同様に、注意を向けていない刺激も同定されているという結果が示された。これらの課題では、ターゲットとなる刺激と同時に、課題遂行には必要ない無関連刺激が呈示される。この刺激には注意を向けていないにも関わらず、ターゲット刺激との一致度<sup>4</sup>によって、ターゲットの反応時間あるいは正答率に影響する。これらの結果は注意を向けていない刺激も意味処理のレベルまで処理が進んでいることを示しており、初期選択説では説明できないことから、後期選択説により説明された。後期選択説によれば、全てのメッセージは注意を向けるかどうかに関らず刺激の同定、意味分析の段階まで処理が進む (Duncan, 1980; Norman,

1968他)。そしてこの分析には容量限界がなく、チャンネルに関らず並行処理され、刺激の同定後に注意による情報の選択（後期選択）が行われると考えられている。

しかし、その後、ストループ課題と類似した課題による実験で初期選択説を支持する結果が示されるなど（Flancolini & Egeth, 1980）、初期選択説かそれとも後期選択説かという議論には現在も明確な結論は得られていない。

### 3 注意における知覚的負荷の役割

#### 3.1 初期選択説と後期選択説の統合

Kahneman & Treisman (1984) は、初期選択説と後期選択説の対立の原因は、それぞれの説を支持する実験で使用された課題の「負荷」の違いであると考えた。初期選択を支持する研究では、大きな負荷で刺激を呈示し、複雑な反応を求める実験パラダイムによって行われていたが、1970年代後半から1980年代にかけての後期選択説を支持する研究では、呈示される刺激数の少ない課題が用いられていた。2つの説を支持するパラダイムに違いがあること、特に課題負荷が違うことが、初期選択説と後期選択説という2つの異なる考え方を生み出す原因であると考えた。

Lavie & Tsal (1994) は、Kahneman & Treisman (1984) の説をさらに進め、刺激を知覚処理するためには、内的入力である資源（resource）をその刺激に割り当てる必要があるが、その容量には限界があるという考え方をを用いて初期選択説と後期選択説を統合しようとした。

使える資源の容量に限界があるという考え方は、もともと、人が異なる行動や課題を同時に遂行する際の能力について研究する二重課題法<sup>5</sup>を用いた実験によって示されている（Pashler & Johnston 1998）。認知的活動を行うためには、処理のため必要な「資源」を優先順位の高い課題あるいは刺激から順に分け与える必要がある。そしてより多くの資源が1つの課題や刺激の処理に向けられると、他の課題や刺激には処理を行うために必要な資源が十分与えられず、十分な処理が行えなくなるのである。

Lavie & Tsal (1994) は、二重課題法による実験で示されている資源という概念に関するこれらの知見をもとに、選択的注意のメカニズムを以下のように説明している。刺激を知覚するためには内的な入力である資源を割り当てる必要がある。課題遂行に必要な関連刺激と課題遂行には必要でない無関連刺激が物理的に異なっていて、簡単にそれらを区別することができるが、注意によって資源の割り当ての優先順位を決定することができるが、その資源の容量には限界がある。そのため、関連刺激を知覚するために使用される資源の量が多ければ、無関連刺激には資源が割り当てられず、それを知覚処理することができない。つまり、これが初期段階での情報選択であると考えられる。反対に、関連刺激を知覚処理するために使われる資源の量が少なく、容量の限界以下であれば、処理資源が余ってしまい、注意を向けていない無関連刺激にも資源が自動的に割り当てられてしまう。その結果、無関連刺激も知覚処理され、その後の処理へと進んでしまうのである。処理資源とはその上限に達するまで自動的に使われ

てしまうものであるため、関連刺激の知覚処理に使用される資源がその容量以下であれば、無関連刺激にも資源が割り当てられ、知覚処理およびその後の処理が進み、初期選択による情報の選択が起こらないと考えられている。そして、初期選択が起こらなければ、関連刺激だけでなく、無関連刺激の処理も進んでいくので、刺激の同定後、後期段階で情報の選択をしなければならない。

Lavie & Tsal (1994) は刺激を知覚するために必要な資源の量、つまり知覚的負荷を変化させる要因として、画面上に呈示され、課題遂行に関係するユニットの数と、それぞれのユニットを処理するのに必要な情報量の2つを挙げた。ユニットとはここでは画面上に現われる性質の異なった項目であり、課題要求によって単語であったり、文字であったりする。また、それぞれのユニットを処理するのに必要な情報量も課題要求によって異なる。刺激の数を数えるだけの課題よりも、それぞれの刺激を同定する課題の方が、それぞれのユニットの処理に必要な情報量が多いと考えられる。

選択的注意における知覚的負荷の役割に関していくつかの実験が行われている。それらの実験では前述のストループ課題 (Stroop, 1935) の類似課題や、フランカーパラダイム (Eriksen & Eriksen, 1974) が用いられ、課題遂行に必要な負荷を操作することで、注意を向けられていない無関連刺激の処理の程度がどう変化するかをターゲットの反応時間の変化から検討している。どちらのパラダイムにおいても、注意を向けていない無関連刺激がターゲットとの一致度<sup>3</sup>によって、ターゲットの反応時間に影響すれば、注意を向けていないにも関わらず、無関連刺激は、同定のレベルまで処理が進んだと考えられる。しかし、無関連刺激とターゲットとの一致度に関わらず、ターゲットの反応時間への影響が無ければ、無関連刺激の処理は、刺激同定前の初期の段階で終わってしまったと考えられる。

Kahneman & Chajczyk (1983) は、ターゲットである色情報と、無関連刺激である色単語を空間的に分離して呈示する分離ストループ課題を使って、知覚的負荷の影響を検討した。画面には色のついた長方形と同時に、色単語、中性単語 (色と関連しない単語)、あるいは文字 X が長方形の上か下に呈示され、被験者は長方形の色をできるだけ早く答えるよう求められた (図1)。その結果、ターゲットの色と色単語の示す色が異なっている時 (図1B)、中性単語を呈示した時 (図1A) に比べて反応が遅くなったが、その遅れはさらに中性単語 (図1C) または文字 x を加えて呈示すると減少した。この実験ではターゲットはいつも中心に呈示され、刺激量が増えてもターゲットを探索する必要はなく、条件によって変化したのは知覚的負荷の1つであるユニット数 (単語数、文字数) だけであった。したがって、課題遂行に関連したユニット数が増えて初期選択がおこり、無関連刺激の処理が減少したと考えられる。

Miller (1991) の実験7ではフランカーパラダイムを用いて知覚的負荷の影響を検討した (図2)。画面中心の想像上の円周上のランダムな位置にターゲット文字、非ターゲット文字を呈示し、被験者は文字の中からターゲット文字を探索し、できるだけ早くターゲットによって決められたキーを押すよう求められた。知覚的負荷の操作はターゲットと共に円周上に呈示される非ターゲットである文字数 (1, 3, 7) により行われた。また、探索文字群の左右にも課題遂行に必要なでない文字 (フランカー) が1字ずつ呈示された。その結果、フランカーには

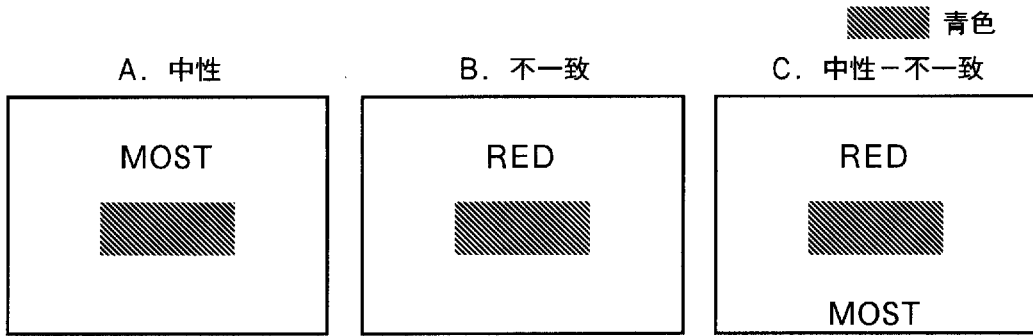


図1 Kahaneman & Chajczyk (1983)で用いられた刺激例  
(Kahaneman & Chajczyk, 1983を改変)

注意を向けていないにも関わらず、低負荷条件で(円周上の文字数が2つ)ターゲットとの一致度によりターゲットの反応時間に影響した。この実験では条件によって、ユニット数(文字数)が変化した。同時にターゲットの探索が難しくなっている。つまり、Kahneman & Chajczyk (1983)とは異なり、ユニット数と課題の困難さが変化した。ユニット数と課題の困難さが増えて初期選択的注意が起こったと考えることができる。

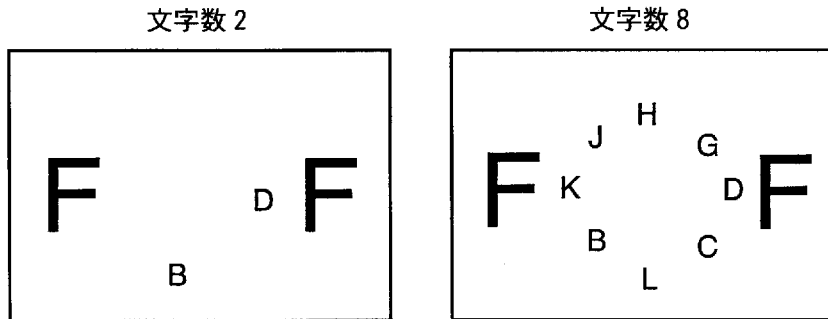


図2 Miller(1991)で用いられた刺激例 (Miller,1991を改変)

Lavie (1995)もフランカーパラダイムを用いて知覚的負荷の影響を検討した。3つの実験を行い、それぞれ異なった方法で知覚的負荷の操作を行っているが、いずれも、知覚的負荷が増えると注意による初期選択がおこるという結果を示している。実験1ではコンピュータ画面の中心付近に呈示されるターゲット文字を見つけて、できるだけ早く決められたキーを押す(図3A)。低負荷条件ではターゲット

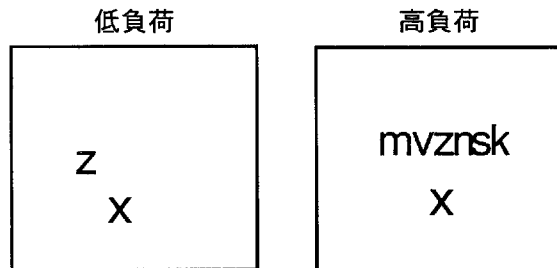


図3 A Lavie (1995)実験1で使用された刺激例  
(Lavie, 1995を改変)

トだけが中心線上に呈示されるが、高負荷条件では、ターゲットの左右に異なる非ターゲット文字が5つ呈示された。ターゲットが文字列の中のどこに呈示されるかは試行ごとにランダムであった。また、その文字列の上か下にフランク文字が呈示された。その結果、低負荷条件でのみ、ターゲットとフランクの一致度によりターゲットの反応時間が変化した。この実験では、低負荷条件ではターゲット文字を探索する必要がなく、選択反応をするだけであるが、高負荷条件では文字列の中からターゲットを探索し反応しなければならず、低負荷条件に比べて課題が困難になっている。ユニット数（文字数）と課題遂行の困難さが増え、初期選択が起こったと考えられる。

実験2ではコンピュータ画面の中心の右か左にターゲット文字、その反対側にターゲットに対する反応を遂行するかどうかを決定するためのGo/No-Go手がかり刺激<sup>6</sup>およびその上か下にフランク文字が呈示された（図3B）。被験者の課題はGo/No-Go手がかり刺激の種類に応じて、それぞれのターゲットに対して決められたキーを押すことである。この実験では低負荷条件、高負荷条件とも全く同じ刺激が用いられ、Go/No-Go手がかり刺激の特徴の組み合わせによって課題の負荷が操作された。低負荷条件ではGo/No-Go手がかり刺激の色のみ（青色ならGo、赤色ならNo-Go）、高負荷条件では手がかり刺激の色と形の組み合わせ（赤い円あるいは青い正方形ならGo、青い円あるいは赤い正方形ならNo-Go）でターゲットに対する反応を実行するかどうか決定された。Go試行時の反応時間は、低負荷条件でのみフランクの一致度による影響を受けた。この実験の低負荷条件ではGo/No-Go手がかり刺激の色だけに注目するだけでよいが、高負荷条件では色と形の両方に注目しなければならない。つまり両条件で用いられたユニット数は全く同じであったが、課題遂行に必要なそれぞれのユニット（Go/No-Go手がかり刺激）の処理に必要な情報量が増えて、初期選択が起こったと考えられる。

実験3でも実験2と同様に呈示されるGo/No-Go手がかりにより負荷を操作した。低負荷条件ではGo/No-Go手がかり刺激の有無、高負荷条件ではGo/No-Go手がかり刺激のわずかな大きさの違いと位置の組み合わせによりGo/No-Goを決定した（図3C）。Go試行時の反応時間を分析したところ、低負荷条件でのみフランクの一致度によってターゲットの反応時間への影響が見られた。この実験でも、実験2と同様に低負荷条件、高負荷条件とも、Go試行時に呈示される刺激の種類はほぼ同じであった。

高負荷

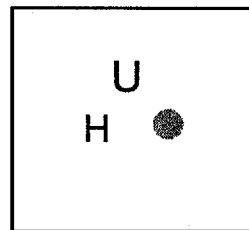


図3B Lavie (1995)実験2で使用された刺激例 (Lavie, 1995を改変)

高負荷

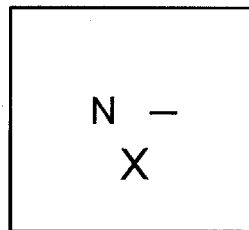


図3C Lavie (1995)実験3で使用された刺激例 (Lavie, 1995を改変)

また、高負荷条件ではGo/No-Go手がかりの細かい点に注目し処理しなければならなかったが、低負荷条件では手がかり刺激の有無を確かめるだけでよかったので、実験2と同様につきり両条件で用いられたユニット数は全く同じであったが、課題遂行に必要なそれぞれのユニット（Go/No-Go手がかり刺激）の処理に必要な情報量が増えて、初期選択がおこったと考えられる。

Lavie & Cox (1997) の実験1では、画面中心にある想像上の円周上にターゲット文字と非ターゲット文字を5つランダムな位置に呈示し、それらの右か左に無関連刺激であるフランク文字を呈示した（図4）。低負荷条件ではターゲットが容易に識別できるように、ターゲットと形態的に似ていない文字0を5つ非ターゲットとして使用し、高負荷条件ではターゲット文字の識別を困難にするため、K、Mなどのターゲットと形態的に類似していると思われる5種類の異なる文字を呈示した。その結果、低負荷条件では、ターゲットとフランクの一致度が、ターゲットの反応時間に影響したが、高負荷条件では反応時間に影響は見られなかった。この実験では低負荷条件と高負荷条件で用いられたユニット数（文字の数）は同じであったが、高負荷条件では異なる5文字、低負荷条件では同じ文字が5文字が呈示され、両条件で画面上の刺激の複雑さが異なり、またその結果、ターゲット探索の困難さが変化したと考えられる。つまりこの実験では、ユニット数は同じであるが、刺激の複雑さに加えて課題の困難さが増えて初期選択が起こったと考えられる。

実験2でも実験1と同様の選択反応課題が用いられ、今度はターゲットと共に呈示される非ターゲット文字の数（0、1、3、5）が操作された。その結果、文字数が4個（非ターゲット数が3個）よりも少なければ、ターゲットとフランクの一致度によって、反応時間が遅くなったが、文字数6個の時には遅れは見られなかった。この実験では、ユニット数（文字数）とそれによる課題の困難さが増え、初期選択がおこったと考えられる。この結果は円周上に呈示される文字数が4個と6個の時に干渉が起らなかったMiller (1991)の結果と異なっているが、これは非ターゲット文字を呈示する場所の違いが原因であったと考えられる。

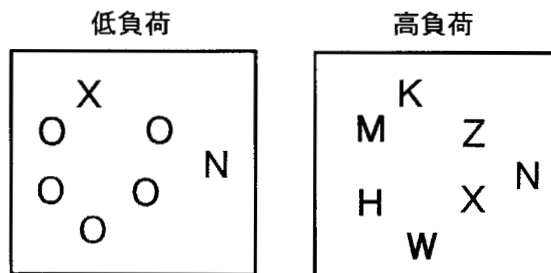


図4 Lavie & Cox (1997)で使用された刺激例 (Lavie & Cox, 1997を改変)



## 3.2 「知覚的負荷」とは？

それぞれの実験で行われた知覚的負荷の操作およびその結果を表1にまとめた。まず, Lavie & Tsai (1994)に従い, 画面に呈示された関連刺激のユニット数 (単語数あるいは文字数), およびそれぞれのユニットを知覚処理するために必要な情報量の2つの要因からその影響を考える。

表1 それぞれの実験における負荷の操作と実験結果

実験	課題	「負荷」の操作	「負荷」の操作で 変化した物	結果
Kahneman & Chajczyk (1983)	分離スト ループ	中性単語, または 文字を加える	刺激量	高負荷で干渉減少
Miller (1991) 実験7	選択キー 押し反応	探索文字数を増やす (2→4→8)	刺激量 課題困難度	高負荷 (探索文字数 4, 8) で干渉無し
Lavie (1995) 実験1	選択キー 押し反応	探索文字数を増やす (1→6)	刺激量 課題困難度	高負荷で干渉無し
Lavie (1995) 実験2	選択キー 押し反応	Go/NO-Go手がかり (低負荷は色, 高負荷 は色と形の組み合わせにより区別)	課題困難度	高負荷で干渉無し
Lavie (1995) 実験3	選択キー 押し反応	Go/NO-Go手がかり 判断の困難度 (低負荷 は手がかりの有無, 高 負荷は手がかりの特徴)	課題困難度	高負荷で干渉無し
Lavie & Cox (1997) 実験1	選択キー 押し反応	探索文字のターゲット との類似度を変え, 探 索を困難にする	刺激複雑さ 探索困難度	高負荷で干渉無し
Lavie & Cox (1997) 実験2	選択キー 押し反応	探索文字数を増やす (1→2→4→6)	刺激量 課題困難度	高負荷 (探索文字 数6) で干渉無し

まず, 条件によってユニット数が変化した実験は, ターゲットの周りの単語や文字を増やしたKahneman & Chajczyk (1983), ターゲット探索に関連する非ターゲット文字数を増やしたMiller (1991), Lavie (1995) の実験1, Lavie & Cox (1997) の実験2である。ところが, これらの実験を詳しく見てみると, ユニット数の変化によって, 課題の困難さが変化したものとそうでないものに分けることができる。Kahneman & Chajczyk (1983) ではユニット数が増えても, ターゲットはいつも同じ位置に呈示されるため, 課題の困難さは変化していない。ところが, Miller (1991), Lavie (1995) の実験1およびLavie & Cox (1997) の実験2ではユニット数を操作するとそれだけ探索しなければならない文字数が増え, 探索が困難になっている。つまり課題遂行が困難になっている。また, 課題遂行に関連する刺激のユニット数は同じであるが, それぞれのユニットを処理するための情報処理量が変化した実験には, 呈示された刺激は条件間で全く同じであるが, Go/No-Go手がかり刺激の特徴組み合わせが変化したLavie (1995)実験2および実験3, そして非ターゲット文字のターゲットとの類似度が変化した

たLavie & Cox (1997)実験1が挙げられる。

次にそれぞれの実験結果を見てみると、Kahneman & Chajczyk (1983)では知覚的負荷の操作によって、干渉量が減っているものの完全に無くなってはいないが、その他の実験では全て高負荷条件で干渉が無くなっている。知覚的負荷の操作と比較すると、干渉が無くなった実験は、ユニット数の変化だけでなく課題の困難さが変化した実験、あるいは、ユニットごとの知覚処理に必要な情報処理量が変化した実験であり、ユニット数だけが変化した実験では干渉は減少したものの完全には無くなっていないことがわかる。

Lavie & Tsai (1994)では、知覚的負荷を変化させる要因として、ユニット数および各ユニットの知覚に必要な情報量の2つを挙げた。しかし、先行研究の結果から、ユニット数という要因は、ユニット数の変化によって課題の困難さが変化するかどうかという点からさらに2つにわけて考えた方がよいようである。つまり、知覚的負荷を変化させる要因としては、画面上のユニット数、ユニット数の変化による課題の困難さ、そしてそれぞれのユニット知覚に必要な情報処理量の3つが考えられる。このうち、課題の困難さとユニット知覚に必要な情報処理量という2つの要因は、使われる資源の量に大きく影響し、初期選択のメカニズムに与える影響も大きい。しかし、ユニット数の変化は、使われる資源の量に与える影響が小さく、ユニット数が増えても、ある程度の処理はそのまま遂行されていたと考えられる。

### 3.3 異なる知覚モダリティでの知覚的負荷の影響

刺激の知覚処理を行うには、容量に限界のある資源を割り当てることが必要であり、関連刺激の知覚処理に必要な資源の量、つまり知覚的負荷の大きさが、初期選択、後期選択の発現に影響することが示された。知覚的な情報処理はそれぞれの感覚モダリティにより異なった経路で遂行されていると考えられるが、知覚処理に必要な資源はそれぞれの知覚モダリティに固有で、その容量はそれぞれの知覚モダリティによってそれぞれ決まっているのだろうか？

刺激呈示が簡単で時間の操作などが簡単なことから、注意の研究は視覚刺激を用いて行われることが多く(Pashler, 1998)、初期選択における知覚的負荷の影響を検討した実験もその例外ではない。これまでの実験で示されている選択的注意における知覚的負荷の役割は、同モダリティ内での影響を検討しているが、異なる知覚モダリティによる知覚的負荷が選択的注意にどう影響するのかが検討されていない。聴覚刺激を用いて知覚的負荷の影響を検討した実験もいくつか行われているものの(Zelniker, 1971; Barr & Kapadnis, 1986)、それらの実験では、課題遂行およびディストラクターの両方が聴覚呈示され、知覚モダリティ間の知覚的負荷の影響を検討しているものではない。

Treisman & Davies (1973)では二重課題法による実験で、それぞれの課題で刺激を呈示する知覚モダリティを変化させ、知覚的処理に関する資源の容量限界がそれぞれの知覚モダリティ特有であるかどうかを検討した。その結果、どちらの課題とも同モダリティで刺激を呈示した方が、異モダリティで刺激呈示した場合よりも反応時間の遅れが大きく、知覚処理に関する資源の容量はそれぞれの感覚モダリティに特有であると考えられる。

また、事象関連電位<sup>7</sup>を記録した研究では、呈示された刺激は、それぞれの知覚モダリティ特

有の処理が行われている中で、注意の影響を受けていることが示されている(Luck, 1998 for review). Hillyardらのグループは事象関連電位を指標として、視覚刺激呈示(Mangun, Hillyard, & Luck, 1993), 聴覚刺激呈示(Woldroff & Hillyard, 1991)の実験を行い、どちらの知覚モダリティで刺激を呈示した場合でも、記録された電位は刺激に注意を向けると、注意を向けていない場合よりも振幅が大きくなることを示した。同じ部位で記録された電位が大きいということは、その部位でのニューロンがより活発に活動していたことを示すので、注意を向けられた刺激は注意を向けられていない刺激よりも脳内で活発に処理されていることを示している。そして、この変化はそれぞれの知覚モダリティに特有の処理が行われている脳領域で起こっていることが示されている。つまり視覚、聴覚といったそれぞれの知覚モダリティ特有の知覚処理段階で選択的注意が起こっていることを示している。

事象関連電位を用いたこれらの研究は知覚的負荷の影響を検討したものではなく、また、Treisman & Davies (1973)らの結果も直接、知覚的負荷の影響を検討した実験ではない。しかし、事象関連電位の記録から、初期選択がそれぞれの知覚モダリティ特有の処理が行われている段階で起こっていることが示され、また二重課題法による実験からは、それぞれの知覚モダリティ内で、資源の容量が決まっていることが示されたことから、知覚的負荷の影響も同一知覚モダリティ内に限定され、他のモダリティの知覚的負荷が高くなっても選択的注意のメカニズムに大きな影響を与えないと予想される。つまり、刺激の知覚処理を遂行するために必要な資源は、それぞれの知覚モダリティに特有で、資源の容量は知覚モダリティ内で決まっていると考えることができる。

#### 4 まとめと今後の展望

呈示された情報の中から必要な情報を選び出し、反応しなければならない場合、初期選択、後期選択という2つの選択的注意のメカニズムにより、情報の選択が起こり、課題が遂行される。そして、どちらのメカニズムにより情報が選択されるのかということは、課題遂行に関連する刺激の知覚的負荷によって変化した。呈示された刺激がそれぞれ、物理的に異なっていれば、注意によって刺激の情報処理に優先順位を与えることができる。そして、優先順位を与えられた関連刺激の知覚的負荷が、資源を全て使い果たすほど大きくなければ、使われなかった資源が、自動的に無関連刺激の処理に割り当てられてしまい、無関連刺激の処理がある程度は進んでしまう。つまり、知覚的負荷が低ければ、初期選択が起こらず、無関連情報もある程度処理が進んだ後で、後期選択によって情報の選択をしなければならない。反対に、関連刺激の知覚的負荷が高ければ、資源を使ってしまうので、初期選択により無関連刺激の処理は初期の段階で弱められる、あるいは終わってしまう。また、知覚に必要な資源はそれぞれのモダリティ特有であり、その容量はそれぞれのモダリティ内で決まっている可能性が示された。

Lavie & Tsal (1994)では知覚的負荷とは、ユニット数の変化と各ユニットの知覚の困難さの2つであると考えたが、先行研究から、ユニット数の変化に関しては、ユニット数が変化することで課題が困難になるかどうかという点から、さらに2つに分けたほうが良いと考えられ

る。つまり、知覚的負荷とは課題遂行に関連した刺激のユニット数、そのユニット数変化による課題遂行の困難さの変化、および各ユニットを知覚するために必要な情報処理量の3つに分けることができると考えられる。また、3つの要因の中で、ユニット数の変化は、知覚的負荷の量に与える影響が小さく、無関連刺激の処理を減少させただけであった。一方、課題遂行の困難さおよびそれぞれのユニット知覚に必要な情報処理量が増えると、初期選択により無関連刺激の処理は先に進まなかったと考えられる。

一方、二重課題法を用いた研究では、知覚処理に必要な資源だけでなく、課題の遂行を制御する中枢認知システムにおける「注意資源」にも容量制限がある事が示されている（Pashler & Johnston, 1998）。この注意資源は、選択的注意のメカニズムにどのように影響するのだろうか？注意とは情報処理に優先順位を与えるものである（Lavie & Tsai, 1994）ことから、注意分割などによって、十分な注意資源が使用できない場合、課題遂行に関連した刺激の情報処理を優先し、無関連刺激の処理を抑制することが難しくなると考えられる。つまり、知覚処理に必要な資源の影響とは異なり、注意資源を十分に使うことができないならば、初期選択だけでなく、後期選択もうまく機能しないことが予想される。

本稿では選択的注意における知覚的負荷の影響について検討してきた。先行研究から知覚的負荷が高いと、初期選択によって必要な情報が選択されるが、知覚的負荷が低いと初期選択が起らないので、後期選択によって必要な情報を選択しなければならない事が示されている。さらに以下の3点に関しては、これらを直接証明するデータは示されていない。

- (1) 知覚的負荷を変化させる要因は、課題遂行に関連した刺激のユニット数、そのユニット数変化による課題遂行の困難さの変化、および各ユニットを知覚するために必要な情報処理量の3つに分けることができ、それぞれ初期選択に影響する程度が同じではない。
- (2) 知覚的負荷の影響が同一知覚モダリティ内に限定される。つまり知覚処理に必要な資源はそれぞれのモダリティに特有であり、その容量もモダリティ内で決まっている。
- (3) 注意資源は知覚処理に必要な資源とは異なる影響を与える。

今後、これらの点に関しては、実際に実験データなどによって検討していく必要があるだろう。

## 謝 辞

本論文作成に当たりご指導頂きました、京都大学大学院教育学研究科助教授吉川左紀子先生に深く感謝致します。

## 注

1. 本稿では、感覚モダリティ（様相）と言う言葉を、視覚、聴覚、触覚などそれぞれの感覚器官によって知覚される、互いに質の異なる感覚経験であると考え、使用した。
2. ストロープ課題（Stroop, 1935）では、被験者は呈示された単語の色をできるだけ早く答えるように求められる。単語が単語の色と異なる色単語である場合（赤い色の単語“BLUE”，答えは“red”）、単語が色とは関連しない単語（赤い色の単語“DESK”，答えは同じく“red”）である場

合に比べて反応時間が遅くなる。この反応時間の遅れは、注意を向けていない単語の意味が自動的に処理され、反応を干渉したためと解釈されている。

3. フランカー課題(Eriksen & Eriksen, 1974)では反応のターゲットとなる刺激とその周囲にフランカーと呼ばれる刺激を呈示する。被験者はターゲットの種類に応じてできるだけ早く決められた反応をする(例; 文字FであればキーボードのFのキー, JであればJのキーを押す)。フランカーは課題遂行には必要なく注意は向けられていないが、ターゲットとの一致度(同じ文字か、異なる文字か)によってターゲットの反応時間に影響する。これは注意を向けられていないフランカーも同定され、被験者の反応を干渉したためと解釈されている。
4. ストロープ課題では意味の一致度(例: 赤い色の文字“青” vs. 赤い色の“赤”), フランカー課題では形と意味の一致度(例: ターゲットとフランカーが同じ文字 vs. 異なる文字)を示すことが多い。
5. 異なる2種類の課題を同時に遂行するパラダイムのこと。聴覚呈示された言葉を追唱しながら、画面に呈示された刺激を検知する方法で行われる。
6. Go/No-Goパラダイムと呼ばれる実験方法で、求められた反応を実行するか(Go), 何も反応しないか(No-Go)を、反応遂行を決定するための手がかり(Go/No-Go手がかり)に応じて決定する。
7. 事象関連電位(ERP)は、脳内ニューロンの電気的活動の総和として、頭皮上に貼り付けた電極から電位を記録し、課題遂行とは無関係に起こっている電気的活動から課題に関連した電気活動を区別するために、刺激呈示の時間などを基準として記録された電位を加算平均したものである。事象関連電位は、空間分解能は他の生理学的手法に比べて劣るものの、時間分解能に優れ、1/100秒の単位で脳内活動を測定することができるため、認知的活動の時間的変化を検討する上で有効な手段である(Luck, 1998)。

#### 引用文献

- Barr, R. A. & Kapadnis, C. D. 1986. Some observed differences in degree of concentration and their effects on shadowing. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 38A, 249-270.
- Broadbent, D. E., 1958. Perception and communication. London: Pergamon Press.
- Driver, J., 1998. The neuropsychology of spatial attention. In H. Pashler (Ed.), *Attention* (pp. 297-340). East Sussex, U.K.: Psychology Press Ltd.
- Duncan, J., 1980. The locus of interference in the perception of simultaneous stimuli. *Psychological Review*, 87, 272-300.
- Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W., 1974. Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*, 16, 143-149.
- Flancolini, C. M., & Egeth, H. E., 1980. On the nonautomaticity of “automatic” activation: Evidence of selective seeing. *Perception & Psychophysics*, 27, 331-342.
- Kahneman, D., & Chajczyk, D., 1983. Tests of the automaticity of reading: Dilution of Stroop effects by color-irrelevant stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 9, 497-509.
- Kahneman, D., & Treisman, A., 1984. Changing views of attention and automaticity. In R. Parasuraman & D. R. Davies (Eds.), *Varieties of attention* (pp. 29-62). New York: Academic Press.

- Lavie, N., 1995. Perceptual load as a necessary condition for selective attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21, 451-468.
- Lavie, N., & Cox, S., 1997. On the efficiency of visual selective attention: Efficient visual search leads to inefficient distractor rejection. *Psychological Science*, 8, 395-398.
- Lavie, N., & Tsal, Y., 1994. Perceptual load as a major determinant of the locus of selection in visual attention. *Perception & Psychophysics*, 56, 183-197.
- Luck, S. J., 1998. Neurophysiology of selective attention. In H. Pashler (Ed.), *Attention* (pp. 257-296). East Sussex, U.K.: Psychology Press Ltd.
- Mangun, G. R., Hillyard, S. A., & Luck, S. J., 1993. Electrocortical substrates of visual selective attention. In D. Myer & S. Kornblum (Eds.), *Attention and performance XIV* (pp. 219-243). Cambridge, MA: MIT Press.
- Miller, J., 1991. The flanker compatibility effect as a function of visual angle, attentional focus, visual transients, and perceptual load: A search for boundary conditions. *Perception & Psychophysics*, 49, 270-288.
- Moray, N., 1959. Attention in dichotic listening: Affective cues and the influence of instructions. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 11, 56-60.
- Norman, D. A., 1968. Toward a theory of memory and attention. *Psychological Review*, 75, 522-536.
- Pashler, H., 1998. *Attention*. East Sussex, U.K.: Psychology Press Ltd.
- Pashler, H. & Johnston, J. C., 1998. Attentional limitations in dual task performance. In H. Pashler (Ed.), *Attention* (pp. 155-190). East Sussex, U.K.: Psychology Press Ltd.
- Stroop, J. R., 1935. Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643-662.
- Treisman, A., 1960. Contextual cues in selective listening. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 12, 242-248.
- Treisman, A., & Davies, A. 1973. Dividing attention to ear and eye. In S. Kornblum (Ed.), *Attention and performance IV*. (pp. 101-117). New York: Academic Press.
- Woldroff, M., & Hillyard, S. A., 1991. Modulation of early auditory processing during selective listening to rapidly presented tones. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 79, 170-190.
- Wood, N., & Cowan, N., 1995. The cocktail party phenomenon revisited: How frequent are attention shifts to one's name in an irrelevant auditory channel? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21, 255-260.
- Zelniker, T., 1971. Perceptual attenuation of an irrelevant auditory verbal input as measured by an involuntary verbal response in a selective attention task. *Journal of Experimental Psychology*, 87, 52-56.

(博士後期課程3回生, 視聴覚教育講座)